ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Henri DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Champ magnétique du Soleil, général et extérieur.* Note de M. **H. Deslandres.**

Le champ magnétique général du Soleil, au-dessus de la surface et de la chromosphère, et donc dans la couronne, nous intéresse tout particulièrement; car nous subissons directement son influence. Il courbe les jets de particules électrisées, qui nous sont envoyés par le Soleil.

J'ai donné en mai 1911, et confirmé dans plusieurs Notes ultérieures, la valeur moyenne de ce champ qui est extrêmement petit, de l'ordre de 10^{-7} gauss, et qui, de plus, a dans l'ensemble un sens opposé à celui de la Terre ([1]). La mesure est appuyée sur les épreuves de vitesse radiale des protubérances, faites à Meudon depuis 1900; et en particulier sur les épreuves de protubérances hélicoïdales, dont les vitesses radiales, à des hauteurs croissantes au-dessus du bord solaire, sont alternativement positives ou négatives. Les protubérances, formées d'atomes ionisés, sont courbées et déviées à leur base dans le sens de la rotation de l'astre; et leurs filets décrivent des spires d'hélice, dont le relevé et les vitesses radiales décèlent le champ magnétique. Sa méthode s'applique à presque tous les champs, et, dans le cas des corps célestes, à des champs excessivement petits.

D'autre part, Hale et les astronomes du Mont Wilson ont annoncé en 1913 un champ magnétique général du Soleil, qui est tout différent. Le sens est celui du champ terrestre, et l'intensité est énormément plus grande, 25 gauss

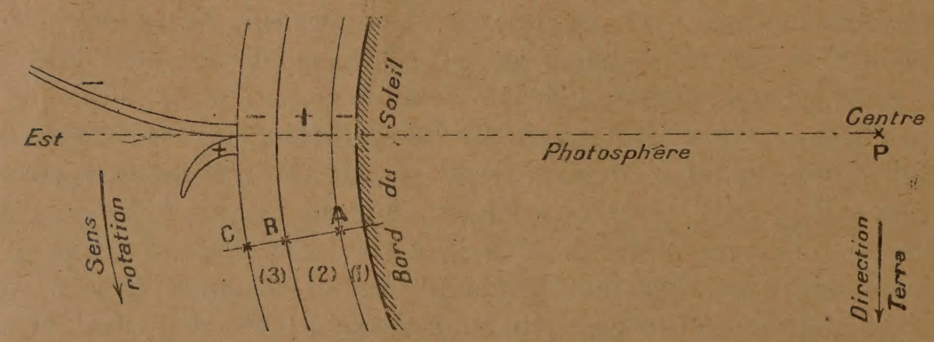
---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 1433 et 1541; 153, 1911, p. 10 et 221; 155, 1912, p. 1573; 157, 1913, p. 157; 183, 1926, p. 165.

à l'équateur. Ce champ intense est, il est vrai, confiné dans une région tout autre du Soleil; il a été reconnu dans la partie la plus basse de la chromosphère, et il diminue rapidement lorsqu'on s'élève dans la couche renversante; il serait réduit à 10 gauss à une hauteur de 200^{km}, ou même à une hauteur bien moindre. Le champ est déduit d'un effet Zeeman, qui, même avec les appareils très puissants du Mont Wilson, est extrêmement petit pour 25 gauss, et devient inappréciable lorsque l'on descend à 10 gauss. La méthode est en défaut pour les champs magnétiques inférieurs à 10 gauss.

La grande différence entre les deux champs a paru peu admissible à plusieurs astrophysiciens. En fait, les astronomes du Mont Wilson ne mentionnent pas dans leurs Mémoires le champ très faible annoncé à Meudon, et Hale a écrit que la méthode Zeeman était seule capable de déceler à distance un champ magnétique. J'ai réfuté ces objections en 1913. Puis la guerre, l'insuffisance du personnel et d'autres recherches m'ont détourné d'une étude plus approfondie des protubérances solaires. J'ai écrit seulement que les protubérances hélicoïdales, examinées ultérieurement, conduisaient aussi, comme les précédentes, à un champ magnétique général très faible et de l'ordre de 10^{-7} gauss.

Coupe du Soleil suivant un plan perpendiculaire à l'axe de rotation projeté en P.



Cette coupe montre les couches successives de l'atmosphère avec le signe de leur charge électrique et aussi les protubérances à particules positives, les jets coronaux à particules négatives qui sont représentés sortant de l'atmosphère supérieure, mais qui en réalité émanent de couches plus basses. On a augmenté à dessein les épaisseurs des couches pour les rendre plus visibles.

Or, récemment, des publications fort intéressantes de Chapman et d'Evershed [1], dont j'ai eu connaissance le mois dernier, apportent un appui sérieux à mes premiers résultats, et je suis conduit à présenter

---

[1] CHAPMAN, *Monthly Notices*, 88, 1928, p. 57 et 80. — EVERSHED, *Monthly Notices*, 85, 1925, p. 607; 88, 1927, p. 126; 89, 1929, p. 250.

quelques remarques et quelques faits nouveaux qui se rapportent au phénomène.

Tout d'abord je reproduis un dessin, inséré dans une Note des *Comptes rendus* du 6 octobre 1913, puis dans une autre Note du 19 juillet 1926, qui montre clairement les effets de ce champ magnétique très faible, au moins dans le plan équatorial de la couronne. On avait admis dans la chromosphère trois couches successives (1), (2) et (3) dont les charges électriques étaient négative, positive et négative, la charge totale résultante étant positive. Or la rotation de ces charges donne naissance à des champs magnétiques. En A, près de la surface, le champ est la somme de deux champs magnétiques de même signe et donc est élévé; c'est le champ du Mont Wilson; mais, au bord supérieur de la chromosphère en C, le champ est la résultante de deux champs contraires et peut être très faible, comme on l'a constaté à Meudon. Cette explication de 1913 a l'avantage d'être simple.

Chapman, dont l'étude est surtout théorique, prend la question d'une autre manière. Il admet comme un fait d'expérience le champ magnétique élevé de la couche renversante, sans s'inquiéter de son origine, et il recherche seulement la cause de sa diminution rapide avec la hauteur. Tous les ions et électrons mobiles de la chromosphère sont déviés par le champ ; mais de leur trajectoire déviée, résulte un champ complémentaire opposé au précédent. Bref, en faisant le calcul, Chapman trouve que le champ magnétique résultant doit être nul ou très petit à la partie supérieure de la chromosphère. L'étude théorique conduit aux mêmes conclusions que l'étude expérimentale.

Sur le dessin, deux jets de particules électrisées partent de la chromosphère; et le jet positif, courbé dans le sens de la rotation, est une protubérance. Pour des raisons diverses, en 1913, j'avais conclu que l'atome du calcium dans la protubérance devait être ionisé et positif. Or, depuis, l'étude des spectres dans le laboratoire a apporté sur ce point des preuves décisives; les raies H et K du calcium dans les protubérances sont dues certainement à l'atome Ca^+.

En 1911, le relevé des épreuves de vitesse radiale de 1908 (1846 petits spectres) avait montré que, neuf fois sur dix, les protubérances de cette année étaient courbées dans le sens de la rotation. De plus, certaines protubérances hautes, déviées à la base dans le sens de la rotation, sont déviées plus haut en sens contraire. Les deux faits s'expliquent parfaitement bien par un champ magnétique faible et inverse de celui de la Terre.

Il convenait d'étendre la recherche à d'autres années; ce qui a été réalisé de 1925 à 1929 par Evershed avec une grande précision. Evershed s'est borné aux protubérances dites quiescentes et demi-quiescentes et il a mesuré les mouvements radiaux de 61 proéminences de 1908 à 1911, de 92 de 1926 et de 289 de 1928. Pour ces trois séries d'épreuves, le résultat est le même; on constate un accroissement notable de la vitesse angulaire de rotation et à des hauteurs relativement faibles (46″ et 30″ en moyenne) au-dessus de la photosphère. Cette confirmation est précieuse, et il faudra vérifier si elle se maintient pour les 11 années d'une période solaire.

Cependant les protubérances de Ca^+, dites hélicoïdales, sont les plus intéressantes; car elles impliquent un champ magnétique et permettent de le mesurer. Leur étude est plus facile depuis 1919, les images de notre grand spectrohéliographe ayant été notablement améliorées. Nous avons écarté avec soin tous les troubles que peut subir le faisceau lumineux solaire dans le voisinage du cœlostat, et surtout dans le trajet horizontal du cœlostat au spectrohéliographe; ce qui a été fort bien réalisé par l'astronome d'Azambuja ([1]). On peut alors mieux distinguer et mieux suivre les filets gazeux qui forment les protubérances, et s'attacher aux filets hélicoïdaux bien isolés, comme il a été recommandé en 1913.

Si l'on considère tous les filets bien visibles, la plupart ne présentent qu'une fraction de pas d'hélice, et l'on peut en inférer que, dans l'ensemble, le champ magnétique extérieur est souvent inférieur à 10^{-7}. D'ailleurs, comme il est très petit, il est aisément modifié par des influences locales, et ses variations relatives d'un point à l'autre de la protubérance peuvent être notables. Ces remarques, qui s'appliquent aussi au champ électrique dont le rôle est à considérer, ont été présentées déjà en 1913.

J'ai sous les yeux les protubérances photographiées avec un bon ciel les 2, 3 et 4 septembre 1929 : plusieurs montrent des spires hélicoïdales bien nettes; et la direction du champ magnétique, indiquée par l'axe de ces spires, est à peu près celle du champ terrestre à la même latitude, ce qui n'est pas toujours le cas. A une hauteur notable au-dessus de la chromosphère, dans la couronne, les perturbations locales sont moindres, et j'estime que le champ magnétique extérieur doit y être beaucoup plus régulier.

([1]) Avec toutes ces précautions, j'estime qu'un cœlostat à faisceau horizontal peut donner des images au moins aussi bonnes que le tower telescope du Mont Wilson, plus coûteux et beaucoup moins commode pour les recherches.

D'autre part, dans la couronne, on a les jets coronaux, formés d'électrons rapides, qui, dirigés vers la Terre, y produisent les aurores boréales et les orages magnétiques. Ils sont représentés sur le dessin, légèrement déviés par rapport à la verticale, et en sens inverse de la rotation. Or, on a reconnu déjà que cette déviation, imposée par le champ magnétique de 10^{-7}, explique bien le retard de nos orages magnétiques par rapport au passage des grosses taches dans le méridien central du Soleil. De plus, Störmer, en partant de la couronne du minimum de taches et de ses jets polaires caractéristiques, a recherché le champ magnétique général, qui, agissant sur les électrons émis par le Soleil, donnerait les mêmes apparences, et il a trouvé un champ de l'ordre de 10^{-7}.

Le champ magnétique extérieur, très faible, annoncé en 1911, se présente aujourd'hui appuyé sur des preuves et vérifications déjà nombreuses.

J'ai déjà réclamé un organisme spécial pour la mesure très longue des nombreuses épreuves solaires de vitesses radiales, réunies à Meudon et pour la reconnaissance journalière de ce champ extérieur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères physiologiques présentés par le* Sterigmatocystis nigra *en inanition de zinc et de fer.* Note de M. **Marin Molliard**.

J'ai mis en évidence antérieurement les modifications qui surviennent dans le chimisme du *Sterigmatocystis nigra* lorsqu'on vient à déséquilibrer le milieu de culture; c'est la même question sur laquelle je reviens dans cette Note en ce qui concerne plus spécialement le fer et le zinc.

Sur le liquide de culture témoin (identique à celui que j'ai utilisé précédemment, à cette différence près que la dose de saccharose était double de celle qui correspond au milieu optimum) les caractères essentiels présentés par le *Sterigmatocystis nigra* sont les suivants : le maximum de poids de substance sèche est atteint, pour 150^{cm^3} de liquide et à la température de 36°, au bout de 2 jours $\frac{2}{3}$ environ, avec une valeur moyenne de 6^g; le liquide de culture n'acquiert jamais qu'une coloration pâle de très faible intensité durant la phase constructive du mycélium; la réaction de Berg (acides-alcools) n'apparaît, très légère d'ailleurs, que vers le second jour; elle correspond à la formation passagère d'une petite quantité d'acide citrique (150^{mg} environ); à aucun moment on n'observe de coloration bleue de mycélium ou du liquide sous l'action de la solution iodo-iodurée,

Les résultats sont très différents lorsque la Mucédinée se développe sur le milieu précédent auquel on ne fournit pas de zinc ; le développement du mycélium est alors sensiblement ralenti, comme l'a montré Javillier; ce n'est que vers le 5e jour que se trouve acquis le maximum de poids de substance sèche, dont la valeur (5^g) n'est d'ailleurs pas très différente de celle qui est obtenue dans la culture témoin. Dans la période qui correspond à l'utilisation du sucre on observe une production importante (600^{mg}) d'acide citrique qui disparaît ensuite rapidement et fait place à de l'acide oxalique de neutralisation.

Le liquide de culture, d'abord incolore (3 jours), devient d'un jaune très pâle (5 jours), puis la coloration jaune d'or s'accentue jusque vers le 25e jour pour devenir d'un brun pâle; on est alors en présence d'un mélange du pigment initial jaune et d'un pigment brun qui a les propriétés de l'aspergilline, se formant si abondamment dans les cultures en liquide normal lors de la période d'autolyse; mais sans introduction de zinc cette aspergilline, précipitable par les acides forts, ne se développe jamais de façon intense et le liquide reste toujours limpide. Je n'ai jamais observé d'autre part de coloration bleue du mycélium ni du liquide par l'addition de la solution iodo-iodurée.

Lorsque c'est le fer qu'on omet de fournir au milieu de culture la vitesse du développement est encore plus réduite et ce n'est que vers le 8e jour que le sucre est entièrement utilisé ; le poids de la substance sèche élaborée est alors sensiblement égal à celui qu'on observe en l'absence de zinc; il apparaît, comme dans le cas précédent, une quantité très appréciable d'acide citrique, dont le maximum (650^{mg}) est réalisé au bout de 5 jours; Mazé avait signalé un fait de même ordre en ce qui concerne les cultures de *Citromyces* développées en l'absence de fer.

On retrouve dans le liquide, lors de l'autolyse du mycélium, les deux mêmes pigments que pour les cultures privées de zinc, mais l'aspergilline est ici beaucoup plus abondante que précédemment et le zinc apparaît comme jouant un rôle prépondérant dans sa formation. D'autre part, le liquide prend, vers le 3e jour, en présence de l'iode une coloration d'un bleu pur intense, correspondant à la formation d'un dérivé soluble de la cellulose et en relation avec l'acidité du milieu.

Si l'on vient à priver le milieu de culture à la fois de zinc et de fer les résultats précédemment obtenus se trouvent naturellement exagérés; le mycélium se développe avec une allure normale jusque vers le 3e jour, puis il y a ralentissement très accentué dans la production de matière sèche et ce n'est

que vers le 18e jour que tout le sucre est utilisé, le poids de substance mycélienne n'atteignant alors que 3g,4; il se produit durant cette période une quantité croissante d'acide citrique, correspondant à un poids maximum de 1g,4.

Le liquide présente une coloration jaune vers le 25e jour, puis celle-ci vire légèrement vers le brun, l'aspergilline restant très peu abondante. Par addition d'iode on obtient vers le 7e jour une coloration d'un vert bleu sale qui, aux environs du 10e jour, devient d'un bleu foncé tirant un peu sur le vert, puis, vers le 12e jour, d'un bleu pur très intense, pour faire place (15e jour) à une coloration brun verdâtre et disparaître ensuite (18e jour); on est en présence de colorations successives correspondant à des états différents de simplification de la molécule de cellulose.

Le fait de n'introduire volontairement dans les milieux de culture aucun composé de zinc, de fer, ou de ces deux métaux à la fois, provoque donc un ralentissement très appréciable dans le développement du *Sterigmatocystis nigra;* à ce ralentissement sont liées la production d'acide citrique et la formation d'amidon soluble. Mais les conditions dans lesquelles ont été effectuées les cultures auxquelles nous venons de faire allusion sont telles qu'il peut subsister des traces des deux substances envisagées et nous nous trouvons avoir observé simplement les transformations qui proviennent d'une réduction très importante des deux métaux étudiés; qu'advient-il lorsqu'on cherche à supprimer toute trace de ceux-ci? J'ai repris les cultures du Champignon en employant comme liquide de l'eau redistillée dans le quartz, du saccharose cristallisé plusieurs fois dans de l'alcool également distillé dans le quartz, des sels recristallisés avec des précautions de même nature; les cultures, établies dans des fioles de quartz, ont été effectuées à partir de spores développées sur des milieux déjà privés de fer et de zinc.

Dans ces conditions on obtient un nouveau ralentissement dans le développement; mais le poids de la substance sèche, dont le maximum n'est réalisé qu'au bout de 30 jours environ, est encore de 2g,7; il se produit d'autre part une quantité considérable d'acide citrique, atteignant plus de 3g (25 jours).

N'avons-nous fait encore que réduire la quantité minime de zinc et de fer contenue dans les cultures et ne peut-on supprimer entièrement ces métaux et empêcher ainsi tout développement de la moisissure? J'ai tenté de répondre à la question en établissant des cultures successives sur le milieu précédent; le mycélium obtenu au bout de quelques jours était enlevé aseptiquement et le liquide réensemencé à l'aide de filaments mycéliens

provenant de ce premier développement; en recommençant un certain nombre de fois cette opération on pouvait espérer absorber les dernières traces restant de fer et de zinc par le jeu même des myceliums successifs; cette méthode employée pour le potassium m'a montré qu'au bout de quatre ensemencements la Mucédinée cessait de présenter le moindre développement; dans le cas du fer et du zinc au contraire on obtenait encore une croissance notable après le dixième repiquage. Seule la vitesse de développement apparaissait dans ces conditions comme réduite, en même temps que la quantité d'acide citrique était encore accrue.

Il faut admettre ou bien qu'il est impossible, par la méthode employée, de soustraire tout le fer et le zinc du liquide, ou bien que ces métaux n'apparaissent pas comme absolument indispensables au développement du *Sterigmatocystis nigra*, leur absence modifiant simplement la rapidité des échanges nutritifs.

HYDROLOGIE. — *Étude expérimentale de l'action de l'eau d'Évian dans les néphrites provoquées*. Note [1] de MM. **A. Desgrez** et **P. Régnier.**

Dans l'étude des divers modes d'action des eaux minérales, on rencontre des difficultés provenant de ce que les éléments pathologiques peuvent varier beaucoup de forme et d'intensité d'après leurs causes, et de ce que les malades suivent rarement des régimes très comparables entre eux. Il apparaît dès lors comme désirable que des recherches expérimentales plus nombreuses soient instituées, dans le but de préciser et d'analyser ces modes d'action, en réduisant à leurs formes les plus simples les causes génératrices des troubles morbides. En nous inspirant de ces considérations, nous avons choisi, comme sujet d'étude, une eau oligo-métallique (Évian, source Cachat) dont l'observation clinique a, depuis longtemps, consacré les propriétés diurétiques. Nos expériences ont porté sur des animaux (lapins et chiens) de même sexe, de poids voisins, soumis, pour chaque série, à un régime identique. Les résultats que nous rapportons aujourd'hui ont été fournis par six séries de lapins, comprenant des sujets pesant 3^{kg} environ, chez lesquels la néphrite a été provoquée par des injections intraveineuses de nitrate d'urane. Cette forme de néphrite a déjà été étudiée, avant nous, par MM. Garnier, Schulmann et Mareck. C'est d'abord la reproduction

---

(1) Séance du 9 septembre 1929.

des résultats observés par ces auteurs qui nous a permis de constater les différences provoquées, dans l'évolution de ces néphrites, par l'ingestion de volumes égaux d'eau minérale, d'eau distillée ou d'eau de source. Les accidents se manifestent par une diminution du volume des urines et l'apparition, dans celles-ci, d'une certaine quantité d'albumine. On note également une azotémie, pouvant atteindre $3^{g},70$ d'urée, par litre de sang, pour une dose de 3^{mg} de sel par kilogramme d'animal. Avec des doses variant de $0^{mg},75$ à 5^{mg}, les troubles morbides observés sont identiques, la survie étant indépendante de la dose injectée et la néphrite évoluant jusqu'à la mort, en des temps sensiblement égaux. On peut, d'autre part, réussir à créer une certaine accoutumance, à l'aide de doses progressives, de telle sorte qu'une dose déterminant une néphrite rapidement mortelle, chez un animal neuf, se trouvera bien tolérée par des sujets qui auront antérieurement reçu des doses non mortelles. La seule condition de succès consistera à espacer les injections par les délais nécessaires à la disparition de l'albumine urinaire. Les poussées d'albuminurie évoluent habituellement en 8 à 10 jours, pour les doses de sel d'urane indiquées plus haut.

Nous résumons les résultats essentiels d'expériences qui paraîtront avec plus de détails dans une publication spécialisée.

Bien que les volumes d'urine émis chaque jour puissent varier beaucoup, chez le lapin, même avec un régime identique, nous avons constaté que les différences se maintiennent de même sens, dans les conditions normales, et presque toujours également dans des conditions pathologiques comparables. Le symptôme *albuminurie* (albumine des 24 heures et concentration de cette substance dans 10^{cm^3} d'urine) s'est montré nettement influencé, dans le sens favorable, par l'ingestion de 50^{cm^3} d'eau minérale par animal, alors qu'une même quantité d'eau de source (eau de la Vanne, à Paris) n'a pas donné lieu à une amélioration parallèle. Avec des quantités de toxique assez faibles pour provoquer une néphrite non mortelle, par exemple, chez des animaux déjà légèrement accoutumés, les troubles morbides appréciés par l'albuminurie terminent leur évolution plus rapidement avec l'eau minérale qu'avec l'eau de source.

L'eau distillée n'a produit aucune action utile ou nuisible sur un certain nombre de sujets; pour d'autres, elle s'est montrée nettement nocive, en provoquant la formation et la sécrétion de pigments anormaux (hémoglobine et dérivés).

Pour deux séries d'expériences, renouvelées sur les mêmes sujets, avec les mêmes doses de toxique, nous avons inversé l'ordre des prises de liquide,

en administrant l'eau minérale aux sujets précédemment traités par l'eau de source ou l'eau distillée. Les résultats, suivant nos prévisions, se sont trouvés, de même, inversés, l'eau minérale manifestant encore une action favorable à l'évolution et à la durée des troubles rénaux.

Avec de très faibles doses de sel d'urane, débutant par $0^{mg},25$ par kilogramme, en injections intramusculaires, et que l'on porte, avec une progression lente, jusqu'à 1^{mg}, on peut conférer à la néphrite une allure chronique présentant ici un grand intérêt. Ce caractère des troubles rénaux paraissant acquis, l'influence de l'eau minérale a encore été de faire tomber plus rapidement l'albuminerie et d'amener, en 25 jours, le retour à l'état normal, alors que l'oligurie et l'albuminerie se sont montrées plus durables chez les sujets recevant les eaux de source ou distillée. Enfin, à l'aide d'injections d'urane fortes et répétées, nous avons réussi à donner aux accidents un caractère de gravité qui a dépassé les possibilités d'action thérapeutique de l'eau d'Évian. Ce résultat concorde avec les indications déduites des observations cliniques, car on sait que des lésions rénales d'une certaine gravité ne permettent plus l'action stimulante physiologique d'une eau diurétique.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points d'unicité d'un ensemble mesurable* B. Note [1] de M. N. Lusin, transmise par M. Hadamard.

Les points d'unicité. — Soit $\mathcal{E}$ un ensemble mesurable B situé dans l'espace $OX_1X_2\ldots X_mY$. Un point M de cet ensemble est dit *point d'unicité* relativement à l'axe OY si la parallèle à l'axe OY menée par M ne coupe $\mathcal{E}$ en aucun point distinct de M. L'ensemble de tous les points d'unicité est dit l'*ensemble d'unicité* de $\mathcal{E}$ et sera désigné par $\mathcal{E}_1$.

Les propositions connues de la théorie des ensembles analytiques permettent de conclure presque immédiatement que $\mathcal{E}_1$ est un complémentaire analytique. Mais l'étude de la nature de la *projection* E_1 de $\mathcal{E}_1$ sur l'espace $OX_1X_2\ldots X_m$ est très délicate et déborde les méthodes connues de la théorie des ensembles analytiques.

---

[1] Séance du 5 août 1929.

Ce n'est que l'application du principe de séparabilité au moyen de complémentaires analytiques ([1]) qui permet de reconnaître la nature de cette projection en donnant lieu au théorème :

Théorème. — *La projection* E_1 *de l'ensemble d'unicité* $\mathcal{E}_1$ *d'un ensemble* $\mathcal{E}$ *mesurable* B *est un complémentaire analytique.*

D'autre part, on voit immédiatement que cette projection E_1 peut être un complémentaire analytique le plus général.

Le théorème indiqué a de nombreuses applications parmi lesquelles nous nous bornons à en signaler deux.

Existence effective de deux complémentaires analytiques non séparables B. — Dans une Note récente ([1]) nous avons démontré cette existence en prenant comme base le principe en question. Nous allons maintenant indiquer *directement* deux complémentaires analytiques qui ne sont pas séparables B.

Prenons une fonction $y = \varphi(x, t)$ de classe 2 de la classification de M. Baire qui donne, en attribuant à t des valeurs particulières t^0, toutes les fonctions de la variable x de classe 1 possibles.

Désignons par S la surface $y = \varphi(x, t)$ située dans l'espace OXTY. Soient S_1 et S_2 les parties de S pour lesquelles $x < \frac{1}{2}$ et $x \geqq \frac{1}{2}$. Il est évident que S, S_1 et S_2 sont mesurables B. Désignons par S', S'_1 et S'_2 les ensembles d'unicité relativement à l'axe OX de S, S_1 et S_2 respectivement. Soient E, E_1 et E_2 les projections de S', S'_1 et S'_2 sur le plan TOY ; d'après le théorème précédent ces ensembles sont des complémentaires analytiques. Donc, les ensembles $\theta_1 = E \times E_1$ et $\theta_2 = E \times E_2$ sont encore des complémentaires analytiques ; ils n'ont évidemment aucun point commun.

Je dis maintenant que les *complémentaires analytiques* θ_1 *et* θ_2 *ne sont pas séparables* B.

Pour le démontrer, prenons deux ensembles linéaires quelconques mesurables B, e_1 et e_2, dont l'un est le complémentaire de l'autre ; nous les supposons non dénombrables. On sait que chaque ensemble non dénombrable et mesurable B peut être considéré comme l'ensemble des valeurs d'une fonction de classe 1 *à valeurs distinctes*. Donc, d'après la propriété de $\varphi(x, t)$ il existe un nombre t^0 tels que la fonction $\varphi(x, t^0)$ est à valeurs distinctes et que e_1 et e_2 sont les ensembles des valeurs de $\varphi(x, t^0)$ pour $x < \frac{1}{2}$ et $x \geqq \frac{1}{2}$ respectivement.

([1]) Voir ma Note *Sur un principe général de la théorie des ensembles analytiques* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 390).

Il en résulte que la droite $t = t^0$ située dans le plan TOY coupe θ_1 et θ_2 en e_1 et e_2 précisément.

Si θ_1 et θ_2 étaient séparables B, les ensembles e_1 et e_2 seraient les sections de leurs ensembles séparatifs $\overline{\theta}_1$ et $\overline{\theta}_2$ par la droite $x = 0$, $t = t^0$. Donc, les classes de e_1 et e_2 ne surpasseraient pas celles de $\overline{\theta}_1$ et $\overline{\theta}_2$, ce qui contredit à l'hypothèse que e_1 et e_2 sont des ensembles *quelconques*.

Cas remarquable d'ensemble d'unicité. — Nous allons indiquer un ensemble $\mathcal{E}$ mesurable B dont *l'ensemble d'unicité* $\mathcal{E}_1$ *n'est situé sur aucune surface uniforme mesurable* B.

A cet effet, considérons la surface S précédemment définie et l'ensemble S′ des points d'unicité de S par rapport à l'axe OX. Nous verrons que S′ n'est situé sur aucune surface Σ uniforme, $x = f(y, t)$, mesurable B.

En effet, s'il n'en était pas ainsi, nous aurions, en coupant Σ par des plans $t = t^0$, des courbes mesurables B dont les classes ne surpassent pas un nombre transfini fixe β. Or nous avons vu qu'il existe un nombre t^0 tel que $\varphi(x, t^0)$ est une fonction de x à valeurs distinctes, et que les ensembles de ses valeurs pour $x < \frac{1}{2}$ et $x \geqq \frac{1}{2}$ sont deux ensembles mesurables B dont l'un est le complémentaire de l'autre et dont les classes sont arbitrairement élevées. Ceci nous montre qu'en considérant x, dans l'équation $y = \varphi(x, t^0)$, comme *la fonction inverse* de y, nous avons, dans le plan $t = t^0$, une courbe de classe aussi élevée que l'on veut. Et puisque cette courbe doit être une section de Σ, nous aboutissons à une contradiction.

Faisons la remarque suivante : quel que soit l'ensemble $\mathcal{E}$ mesurable B situé dans l'espace $OX_1X_2 \ldots X_mY$, on peut lui ajouter un ensemble H également mesurable B tel que les ensembles d'unicité relativement à l'axe OY de $\mathcal{E}$ et de $\mathcal{E} + H$ soient identiques, *tandis que la projection de* $\mathcal{E} + H$ *sur l'espace* $OX_1X_2 \ldots X_m$ *coïncide avec cet espace.*

Pour le voir, prenons la projection E_1 de l'ensemble d'unicité $\mathcal{E}_1$ de $\mathcal{E}$. Nous savons que E_1 est un complémentaire analytique. Donc, son complémentaire CE_1 est un ensemble analytique. Désignons par H_1 et H_2 deux ensembles mesurables B symétriques par rapport à l'espace $OX_1X_2 \ldots X_m$ et dont les projections sur cet espace coïncident avec CE_1. L'ensemble-somme $H = H_1 + H_2$ vérifie évidemment la condition énoncée.

Application aux fonctions implicites. — Nous pouvons maintenant donner l'exemple d'une équation $F(x_1, x_2, \ldots, x_m, y) = 0$, où F rentre dans la classification de M. Baire et *qui n'est vérifiée par aucune fonction uniforme* $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ *de M. Baire bien que, pour chaque système*

$x_1^0, x_2^0, \ldots, x_m^0$, *il y ait des nombres y vérifiant l'équation proposée*. Il suffit de poser F = 0 sur $\mathcal{E}$ + H et F = 1 en dehors. En effet, s'il y avait une telle fonction f, on pourrait mener par l'ensemble d'unicité de $\mathcal{E}$ + H une surface uniforme mesurable B, ce qui n'est pas le cas.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Polarisation de la planète Mercure*. Note de M. **B. Lyot**, présentée par M. Deslandres.

J'ai montré (*Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1796 et *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1, p. 48) que la proportion de lumière polarisée de Mercure mesurée la nuit, au voisinage de la plus grande élongation, passe par une série de valeurs très voisines de celles qui ont été trouvées sur la Lune, pour les mêmes phases. La courbe qui représente ces variations en fonction de l'angle de vision (distance angulaire de la Terre et du Soleil vus de Mercure) n'était connue avec précision qu'entre les angles de vision 60° et 130°. Les mesures relatives aux angles inférieurs à 60°, faites nécessairement le jour, en compensant la polarisation atmosphérique, n'avaient pas donné de résultat satisfaisant à cause du trop grand éclat de l'atmosphère en plaine, près du Soleil.

J'ai pu faire quelques observations de Mercure, à l'Observatoire du Pic du Midi.

L'objectif de 25^cm d'ouverture de l'équatorial était diaphragmé à 18^cm, pour réduire l'influence de la trempe des bords et précédé d'un dispositif permettant de compenser la polarisation atmosphérique (ce dispositif a été décrit dans les *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1, p. 28).

Grâce au faible pouvoir diffusant de l'atmosphère au-dessus du Pic, Mercure est apparu fréquemment sur un ciel très sombre. Des séries de nombreuses mesures bien cohérentes ont été obtenues sur cette planète, le 3, le 6 et le 7 août ; elles ont donné des plans de polarisation perpendiculaires au plan passant par le Soleil. Les proportions de lumière polarisée trouvées ont été :

Le 3, pour un angle de	12° 15′..........	11,8 millièmes
Le 6, »	20° 5′..........	5,9 »
Le 7, »	22° 25′..........	1,7 millième

Des mesures antérieures ont montré que, sur la Lune, pour les mêmes angles, le plan de polarisation est également perpendiculaire au plan pas-

sant par le Soleil, les proportions moyennes de lumière polarisée étant respectivement : 11,9, 5,2, 1,6.

Les écarts entre ces deux groupes de valeurs sont inférieurs aux erreurs d'observation. Ce résultat, très remarquable, n'est qu'une première indication montrant l'intérêt que présentent, pour ces recherches, les Observatoires de montagne.

J'espère pouvoir reprendre, l'été prochain, une plus longue série de mesures et obtenir la courbe de polarisation complète de Mercure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Du rôle probable des complexes ammoniés dans l'adsorption des sels de cuivre et de nickel par l'hydroxyde ferrique.* Note (¹) de Mlle **L.-S. Lévy**, présentée par M. G. Urbain.

On a constaté (²) l'influence considérable de l'ammoniaque sur l'adsorption du *cuivre* ou du *nickel.*

De nouvelles recherches effectuées sur la phase liquide, à températures variables et sous diverses concentrations, ont confirmé que l'ammoniaque n'est pas adsorbée sur l'hydroxyde ferrique. Comme nous le constaterons par la suite, son rôle doit être attribué non seulement à la formation de complexes, mais encore à leur stabilisation. Il résulterait de cette conception que la partie du sel provenant de l'hydrolyse de l'ion complexe est seule susceptible d'être fixée.

Nous avons effectué des séries de mesures au cours desquelles les concentrations moléculaires en ammoniaque introduite variaient proportionnellement aux concentrations initiales des cations. *Les rapports étaient calculés pour permettre la formation des divers complexes ammoniés* dont l'existence peut être envisagée.

Les courbes 2, 3, 4 (*fig.* 1) se rapprochent de la courbe type d'adsorption pour les faibles concentrations en cuivre. Dès que la concentration à l'équilibre dépasse environ 3 molécules-milligrammes, les courbes présentent des anomalies. Celles-ci trouvent leur explication dans l'hypothèse d'une stabilité moindre des complexes formés aux fortes concentrations, *en présence d'une quantité insuffisante d'ammoniaque.*

Au contraire, les courbes 5, 6, 7, 8 ont l'allure des courbes types d'adsorption dans tout l'intervalle des concentrations étudiées. L'examen de ce

---

(¹) Séance du 9 septembre 1929.

(²) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 175.

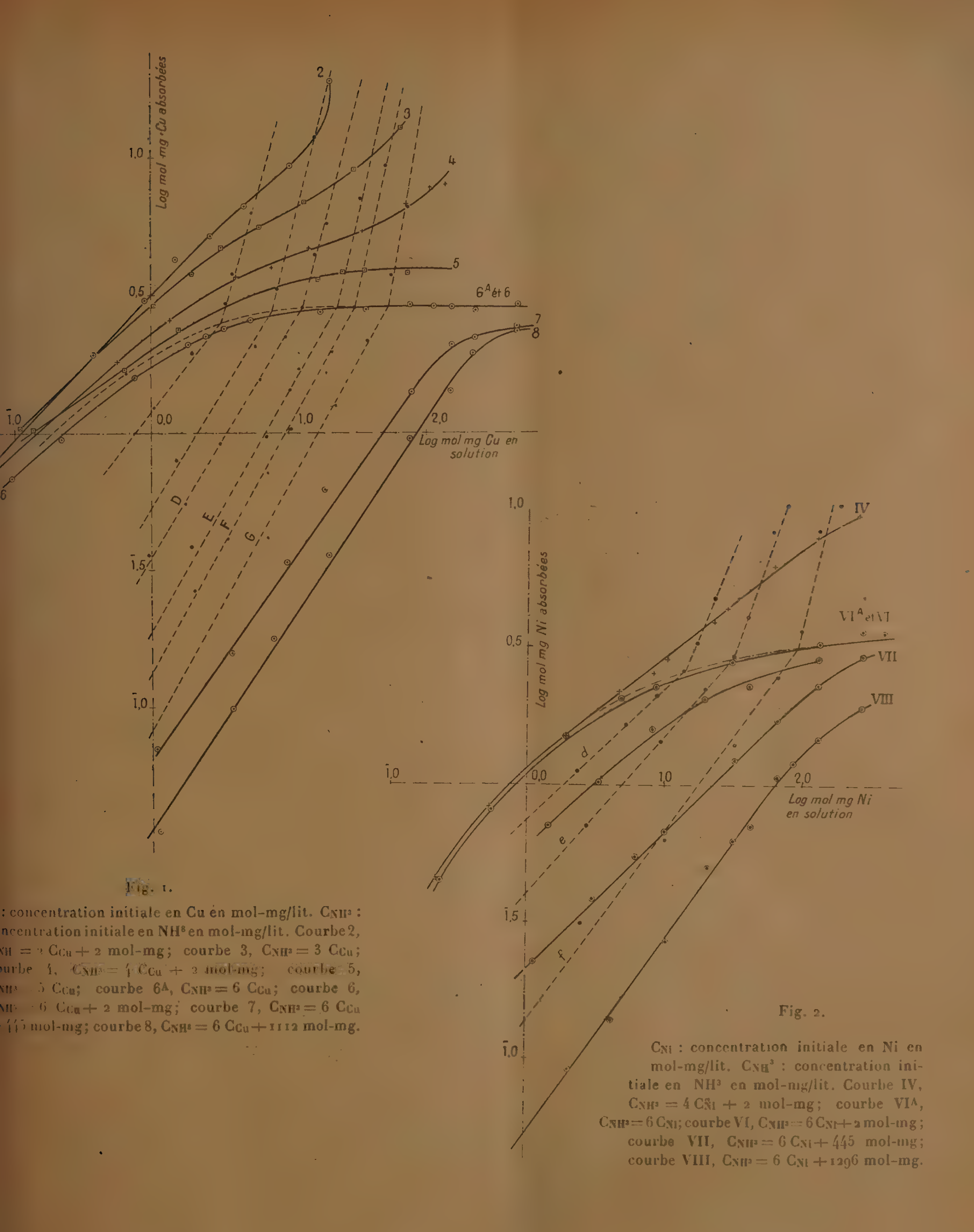


Fig. 1.

: concentration initiale en Cu en mol-mg/lit. C_{NH^3} : ncentration initiale en NH^3 en mol-mg/lit. Courbe 2, $_{NH} = 2\ C_{Cu} + 2$ mol-mg ; courbe 3, $C_{NH^3} = 3\ C_{Cu}$; ourbe 4, $C_{NH^3} = 4\ C_{Cu} + 2$ mol-mg ; courbe 5, $_{NH^3} = 5\ C_{Cu}$; courbe 6^A, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu}$; courbe 6, $_{NH^3} = 6\ C_{Cu} + 2$ mol-mg ; courbe 7, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu}$ 445 mol-mg ; courbe 8, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu} + 1112$ mol-mg.

Fig. 2.

C_{Ni} : concentration initiale en Ni en mol-mg/lit. C_{NH^3} : concentration initiale en NH^3 en mol-mg/lit. Courbe IV, $C_{NH^3} = 4\ C_{Ni} + 2$ mol-mg ; courbe VI^A, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni}$; courbe VI, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni} + 2$ mol-mg ; courbe VII, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni} + 445$ mol-mg ; courbe VIII, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni} + 1296$ mol-mg.

réseau de courbes, qui d'ailleurs tendent toutes vers un même palier, confirme l'action désorbante de l'*ammoniaque libre*.

Enfin, les points anguleux du réseau de courbes D, E, F, G, relatives aux adsorptions à ammoniaque constante ([1]) se répartissent très sensiblement sur la courbe 6^A relative à des solutions dont les concentrations initiales sont calculées en se basant sur l'hypothèse d'un complexe de coordinence 6.

L'étude des solutions ammoniacales de sulfate de nickel fournit les résultats consignés sur la figure 2, et suggère des remarques sensiblement analogues à celles énoncées au sujet du cuivre, en tenant compte toutefois des difficultés de lavage déjà signalées ([1]) et de l'activité moins marquée de l'ammoniaque.

En particulier, les droites représentatives de l'adsorption à ammoniaque constante *d*, *e*, *f* se brisent chacune en un point situé sur la courbe VI^A relatives à des solutions de concentrations initiales basées également sur l'hypothèse d'un complexe de coordinence 6.

Enfin, les courbes 7, 8 et VIII ont sensiblement la même pente. A partir d'une concentration suffisante en ammoniaque, un excès de ce réactif ne se manifeste donc plus que par sa fonction basique, et seul l'ordre de grandeur du phénomène se trouve changé. Les résultats obtenus confirment en outre ce fait déjà établi (M. Geloso, *Ann. de Chimie*, 10e série, 6 et 7, 1926-1927), que l'évolution de l'adsorption est indépendante de la nature de la substance adsorbée.

En résumé, l'ammoniaque intervient, selon sa concentration, dans la formation de sels complexes et leur stabilisation. Un excès de ce réactif n'agit plus sur l'adsorption qu'en modifiant le pH du milieu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des carbonates alcalins sur le bromure, l'iodure et le nitrate de plomb en solution aqueuse*. Note ([2]) de Mme **N. Demassieux**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons exposé ([3]) les résultats de l'action des carbonates alcalins sur le chlorure de plomb, action qui donne d'abord naissance au chlorocarbonate de plomb et ensuite, par l'addition d'un excès de réactif, au carbonate de plomb.

([1]) *Loc. cit.*
([2]) Séance du 2 septembre 1929.
([3]) Mme N. Demassieux, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 333.

Le bromure et l'iodure de plomb donnent des réactions analogues : l'addition d'un carbonate alcalin produit la précipitation du bromo ou de l'iodocarbonate de plomb, qui se transforme en carbonate de plomb, quand on ajoute des quantités croissantes du carbonate alcalin. Les modifications qui se passent au sein du liquide et des précipités ont été suivies par la mesure des conductibilités. Les courbes ont été construites en portant en abscisses les quantités du carbonate alcalin et en ordonnées $\frac{100-a}{a}$, $100-a$ et a étant les résistances variables du pont.

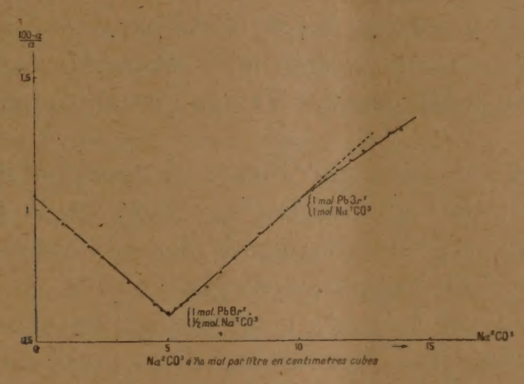


Fig. 1. — 50^{cm^3} $PbBr^2$ à $\frac{M}{50}$, Na^2CO^3 à $\frac{M}{10}$, $t = 17°$.

La première branche de courbe correspond à la formation du composé halogéno-carbonique. Un changement brusque de direction indique la

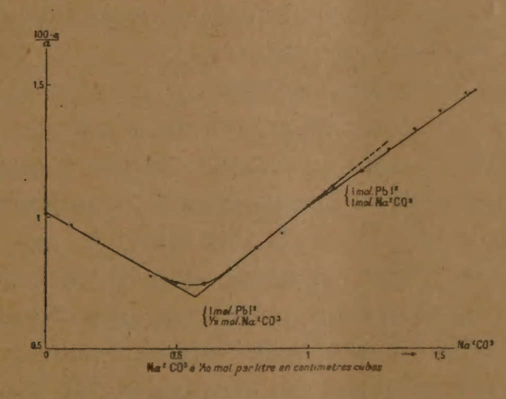


Fig. 2. — 100^{cm^3} PbI^2 à $\frac{M}{800}$, Na^2CO^3 à $\frac{M}{10}$, $t = 20°$; équilibre atteint : 3 jours.

transformation totale du sel halogéné du plomb en bromo ou iodocarbonate de plomb. Ceci se produit quand une demi-molécule de carbonate alcalin a

réagi sur une molécule d'halogénure de plomb. La deuxième branche de courbe montre la transformation du sel précédent en carbonate de plomb. La troisième branche de courbe correspond à l'excès du réactif.

Lorsqu'on remplace les sels halogénés du plomb par le nitrate de plomb, on constate que l'action d'un carbonate alcalin ne donne lieu qu'à la formation du carbonate de plomb. L'analyse des précipités confirme les conclusions tirées de l'examen de la courbe des conductibilités.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Modifications de la coagulation sanguine au cours de la fièvre jaune expérimentale chez le* Macacus rhesus. Note de MM. **J. Vellard** et **Miguelotte Vianna**, présentée par M. Caullery.

Dans une Communication précédente, nous avons étudié les modifications de la coagulation sanguine au cours de la fièvre jaune chez l'homme. Nous avons ponrsuivi depuis des recherches analogues dans l'infection expérimentale du *Macacus rhesus*.

Les singes infectés ont été mis à notre disposition par le Dr H. Aragão, de l'Institut Oswaldo-Cruz. Nos recherches ont porté sur 16 *rhesus*, divisés en trois groupes différents : les animaux du groupe A, au nombre de 10, avaient été inoculés avec du sang virulent d'autre *rhesus* (virus isolé de différents malades des hôpitaux de Rio de Janeiro); ceux du groupe B, au nombre de 3, avaient été piqués par des moustiques infectés sur l'homme ou sur le singe; le groupe C comprend 3 animaux inoculés avec des émulsions très diluées de moustiques infectés.

La technique employée dans ces recherches est celle décrite dans notre Note précédente. Le pouvoir coagulant du sérum ne présentant pas de modifications sensibles, nous nous sommes attachés surtout à l'étude de la coagulabilité du plasma et au dosage des antithrombines. Le sang, obtenu par ponction cardiaque de 5 à 10^{cm^3}, était fluoré à 3 pour 1000. Il est difficile de répéter plusieurs fois ces fortes saignées chez des *rhesus* de petite taille; nous avons dû nous limiter à un ou deux dosages par animal en choisissant des périodes différentes de l'infection pour chaque individu.

Des expériences préliminaires ont permis d'établir l'indice de coagulabilité du plasma de *rhesus*, toujours inférieur à 0,15 avec notre sérum étalon, et voisin de celui de l'homme, ainsi que l'absence de pouvoir anticoagulant à l'état normal.

L'évolution de l'infection expérimentale a été variable : presque tous

nos animaux ont succombé, les uns très rapidement, en 4 ou 6 jours, d'autres plus lentement, mais tous présentant à l'autopsie des lésions viscérales typiques. Quelques-uns, en petit nombre, n'ont eu qu'une forme bénigne, se rétablissant après avoir présenté une période fébrile plus ou moins prolongée. L'examen anatomo-pathologique a toujours été fait pour contrôler la mort des animaux.

Résultats. — *Groupe A :* Neuf singes ont reçu du sang virulent frais; six ont été examinés pendant la période fébrile et trois à la période d'hypothermie finale ; un autre *rhesus* a été inoculé avec du sang virulent desséché. — *Premier jour de fièvre :* coagulation normale chez deux *rhesus*, l'un trois jours, l'autre cinq jours après l'inoculation du virus (morts le 5e et le 8e jour). — *Troisième jour de fièvre :* coagulation normale chez un *rhesus* atteint d'une forme lente, six jours après l'inoculation du virus (mort le 13e jour); coagulabilité très diminuée (0,3 +; 0,4 +), et léger pouvoir anticoagulant chez deux autres singes, l'un au 6e jour et l'autre au 4e jour après l'inoculation, et qui sont morts tous deux le jour suivant.

Période préagonique d'hypothermie ; Tous les animaux présentaient une grande diminution de la coagulabilité et un pouvoir anticoagulant modéré; le plasma d'un *rhesus* (forme très rapide, mort en 4 jours) ne commençait à coaguler qu'avec 0,4 (temp. 35°,8); un autre (*rhesus* mort en 6 jours) coagulait seulement avec 0,5 (temp. 35°); un dernier (*rhesus* mort en 8 jours) coagulait déjà avec 0,3 (temp. 29°).

Un seul *rhesus* de cette série s'est rétabli après une période fébrile de 5 jours ; coagulation normale au deuxième jour de fièvre.

Le dernier animal de ce groupe avait reçu du sang virulent desséché; il s'est également rétabli après une élévation rapide et prolongée de la température (au-dessus de 40° pendant 7 jours); pas de modifications de la coagulation au 3e jour de fièvre.

Groupe B : Trois singes piqués par des moustiques infectés. Les résultats sont comparables à ceux du premier groupe : aucune modification sanguine au premier jour de fièvre; grande diminution de la coagulabilité (0,5 +) et pouvoir anticoagulant modéré, à la période d'hypothermie; aucune modification chez un animal atteint d'une forme bénigne.

Groupe C : Trois *rhesus* inoculés avec des émulsions diluées de moustiques infectés. Un seul est mort (péritonite due à une infection secondaire) sans aucune lésion de fièvre jaune; les deux autres ont eu une assez longue période fébrile, due également à des infections secondaires par différents

germes. Aucun de ces animaux ne présentaient de modifications de la coagulation.

Conclusions. — Ces résultats se rapprochent dans leur ensemble de ceux que nous avons obtenus chez l'homme. Les modifications de la coagulation sanguine sont de même nature, mais cependant moins accentuées et plus tardives chez le *Macacus rhesus*. Jamais nous n'avons observé d'incoagulabilité complète du plasma, ni une proportion d'antithrombine capable d'empêcher définitivement *in vitro* la coagulation d'un plasma normal par un sérum coagulant. Cette intensité moindre des troubles de la coagulation est d'accord avec la discrétion des phénomènes hémorragiques dans la fièvre jaune du *rhesus*.

La diminution de la coagulabilité ayant fait défaut dans toutes les formes non mortelles observées chez le *rhesus* est un bon élément de pronostic dans cette affection chez le singe. Sa valeur est, au contraire, plus faible à ce point de vue chez l'homme, où les troubles de la coagulation existent dans toutes les formes de fièvre jaune et dès le début de la période fébrile.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 26 août 1929.)

Note de M. *Georges Giraud*, Sur certains problèmes analogues au problème de la chaleur :

Page 353, lignes 1 et 15 en remontant, *au lieu de* $G(v)$, *lire* $\mathcal{G}(v)$.

Page 354, ligne 10, *au lieu de* $c_{\alpha.\beta}$, *lire* c_α.